

面材に開口を有する木造耐力壁の耐震性能

その2 耐力特性の評価と壁倍率簡易評価式の提案

正会員 ○井戸田秀樹*1
同 山崎 和浩*2
同 花井 勉*3
同 石井 渉*4

在来軸組木造 面材耐力壁 開口部
耐震改修 壁倍率 簡易評価式

1. 序論

前報その1に続き、本報その2では実験結果に基づいて面材に開口部を有する木造耐力壁の耐力特性の評価と、壁倍率簡易評価式の提案を行う。

2. 開口を有する面材壁の性能評価

面材耐力壁の解析的な評価手法として、面材釘の配列二次モーメントを用いた詳細な計算手法(以下、詳細計算法)が提案されている¹⁾。そこで、今回実験を行った各試験体について、まず詳細計算法の結果との対応を考察する。

なお、詳細計算法では面材に打たれた釘のせん断抵抗のみを評価しており、柱と土台およびはりで構成されるフレーム部分の抵抗は見込んでいない。そこで、実験結果の検討にあたっては、実験で得られた荷重変形関係から、Fタイプ試験体で得たフレーム分の耐力を差し引いたものを評価の対象とする。

2.1 Mタイプ試験体 図1は実験で得られた初期剛性 K_{ex} と終局耐力 P_{max} について、詳細法を用いたそれぞれの計算結果 K_{cal} 、 P_{cal} との比を面材欠損率 α で整理して示したものである。

初期剛性 K については、M-5およびM-7の実験値が計算値を大きく下回っていることが特徴的である。M-5は壁面上部に大きな軸材だけの開口部があり、この部分の柱の曲げ変形が計算で考慮されていないためと考えられる。開口部の面積は試験体M-3のほうが大きい。M-3は面材の面積が小さいことから面材による抵抗自体の剛性も低く、柱の曲げ変形が全体の変形に占める割合がM-5ほど大きくないために計算値との差は比較的小さかったものと考えられる。

この柱の曲げ変形を考慮するため、柱の曲げ変形を考慮した剛性 K_{cal2} を次式で定義した。

$$K_{cal2} = \frac{1}{\frac{1}{K_{cal}} + \frac{1}{K_b}} \quad (1)$$

ここに、 K_{cal} :柱の曲げ変形を無視し、面材釘のみを考慮して求められる剛性(詳細法)、 K_b :面材のない部分の柱の曲げ抵抗による剛性である。 K_b は次式で算出した。

$$K_b = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{l_i^3}{24EI}} \quad (2)$$

ここに、 E :柱の曲げヤング係数、 I :柱の面内曲げに関する断面二次モーメント、 l_i : i 番目の開口部の柱長さ、 n :耐力壁内の開口部の数である。(1)式の剛性 K_{cal2} を用いて実験値を無次元化して α との関係で整理したものが図2

である。 α の値にかかわらず、計算値と良い対応をしていることがわかる。なお、M-7は胴縁を介して面材と軸材間の応力が伝達されることから、2つのせん断面の存在によって剛性が低下したと考えられる。

終局耐力については、 α による影響は観察されず、いずれも計算値と比較的良好な対応を示した。

2.2 Rタイプ試験体 図3はRタイプ試験体について、図1と同様の整理をしたものである。初期剛性 K が α の増加に伴って低下する傾向が見られた。これは、面材開口

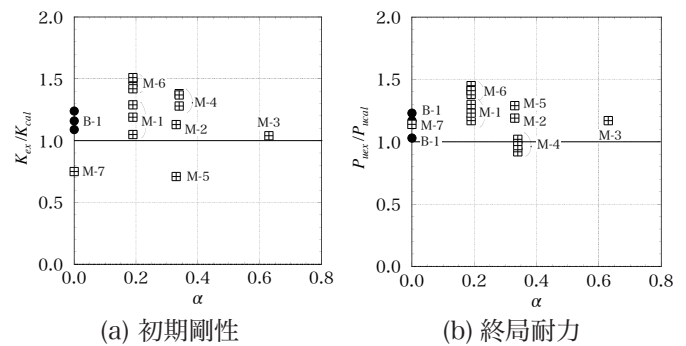


図1 詳細法と実験値との対応 (Mタイプ)

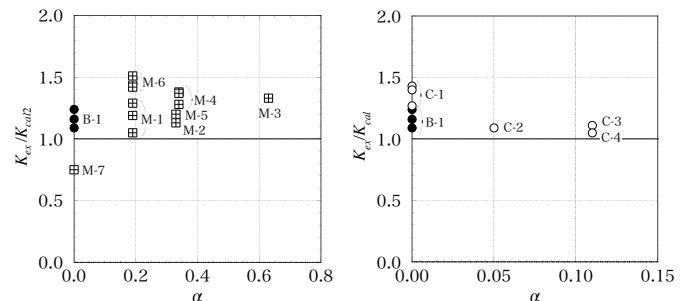


図2 柱の曲げ変形考慮 (初期剛性, Mタイプ)

図4 詳細法と実験値との対応 (初期剛性, Cタイプ)

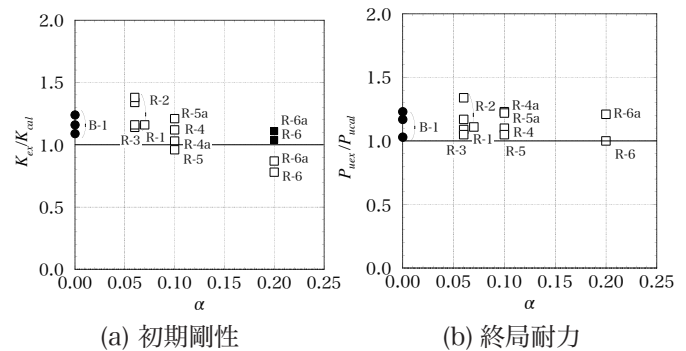


図3 詳細法と実験値との対応 (Rタイプ)

部によって、面材自身のせん断剛性が低下していることを示している。そこで、Rタイプについては開口部の幅が面材幅の半分以上の場合には開口部両側の面材を無視し、Mタイプと同様に(1)(2)式で初期剛性を評価したものが図3中の■である。詳細法で合理的な評価ができていると言える。終局耐力については α による変化は認められなかった。

2.3 Cタイプ試験体 図4はCタイプ試験体についての結果である。Cタイプでも開口部の大きさに応じて初期剛性の低下は観察されているが、MタイプやRタイプ試験体に比べると低下の割合はかなり小さい。また、終局耐力は α の影響は全く観察されなかった。

以上の考察より、いずれの開口タイプにおいても、初期剛性以外の完全弾塑性パラメータについては、釘配列を考慮した詳細法による計算でほぼ評価可能といえる。初期剛性については、Mタイプ試験体では面材の貼られていない部分の柱の曲げ変形を、Rタイプ試験体では開口部幅が面材幅の半分以上の部分で開口部両側の面材を無視し、Mタイプと同様に考えることで合理的に評価できる。

3. 壁倍率の実用的簡易評価式の提案

面材に開口を有する耐力壁を耐震改修の中で合理的に評価していくためには、開口形状や大きさに応じた壁倍率評価式があると便利である。そこで、ここでは各タイプの試験体について簡便な壁倍率評価式を提案する。

図5(a)はMタイプ試験体について、壁倍率 β を面材欠損率 α で整理して示したものである。 α の増加に伴い β が低下すること、および α の値に関わらず面材は、はりおよび土台と連結されていないことを考慮し、実験値との対応から次式でMタイプ耐震壁の壁倍率評価式を提案する。

$$\beta = \begin{cases} 2.0 & (0.0 \leq \alpha < 0.2) \\ -3\alpha + 2.6 & (0.2 \leq \alpha < 0.6) \\ 0 & (0.6 \leq \alpha) \end{cases} \quad (3)$$

図中に上式を実線で示す。実験値との対応から、ある程度

の安全余裕を持つ評価値になっていることがわかる。

図5(b)はRタイプ試験体について β と α の関係を示したものである。 α による影響はほとんど見られないが、裏栈のないタイプ(試験体番号末尾にaのついたもの)や、面材の開口部が端部にあり、軸材と面材をつなぐ釘本数が低減している試験体(R-1, R-2, R-3)では比較的 β が低くなっていることを考慮し、下記のように壁倍率を与えることを提案する。

$$\begin{aligned} &\alpha < 0.2 \text{ かつ 開口部が軸材から離れており、裏栈が設けられている場合} \\ &\quad \beta = 2.5 \\ &\alpha < 0.2 \text{ であるが、開口部が面材の端部に設けられている場合} \\ &\quad \beta = 2.0 \\ &\alpha < 0.2 \text{ かつ 開口部に裏栈を設けない場合} \\ &\quad \beta = 2.0 \end{aligned}$$

図5(c)はCタイプ試験体について β と α の関係を示したものである。ほとんど開口部の影響は認められないことから、裏栈を設けることを条件に下記のような壁倍率評価を提案する。

$$\begin{aligned} &\alpha < 0.11 \text{ かつ 開口部が軸材から離れており、裏栈が設けられている場合} \\ &\quad \beta = 2.5 \end{aligned}$$

4. 結論

以上、面材に開口部を有する耐力壁の特性について考察し、その結果に基づいて壁倍率の実用的な簡易評価式を提案した。

(参考文献)

- 1) 在来軸組木造住宅の許容応力度設計法, 日本住宅木材技術センター, 2001.

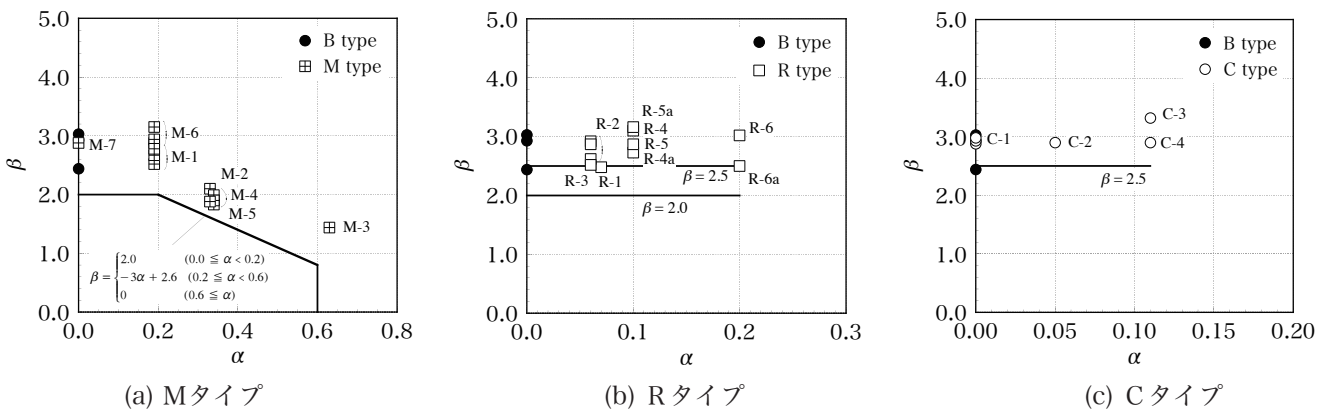


図5 壁倍率の簡易評価式と実験値との対応

*1 名古屋工業大学大学院社会工学専攻 准教授 工博
 *2 清水建設(株)
 *3 (株)えびす建築研究所 代表取締役 博士(工学)
 *4 (株)日本システム設計

*1 Assoc. Prof., Nagoya Institute of Technology, Dr. Eng.
 *2 Shimizu Corporation
 *3 President, Ebisu Building Laboratory, Dr. Eng.
 *4 Nihon System Sekkei